

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL JALAN 17 AGUSTUS – JALAN BABE PALAR KOTA MANADO

Dwi Anita

M. J. Paransa, Lintong Elisabeth

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

E-mail: whiedwie19@gmail.com

ABSTRAK

Persimpangan merupakan suatu bagian jalan yang menjadi pusat terjadinya titik konflik dari berbagai pergerakan arus lalu lintas. Persimpangan 17 Agustus – Babe Palar di kota Manado yang merupakan pertemuan empat ruas jalan memiliki kondisi fisik/geometrik jalan yang berbeda dengan simpangan pada umumnya yaitu simpang tiga ganda (senjang) dengan pengaturan satu siklus yang sama, mempengaruhi kelancaran arus lalu lintas di ruas jalan-jalan persimpangan tersebut. Karena adanya jarak antar pendekat simpang yang cukup panjang, sehingga kendaraan yang melintasi pendekat tersebut membutuhkan waktu yang cukup panjang untuk keluar dari persimpangan. Selain itu antrian panjang sering terjadi pada pendekat-pendekat dipersimpangan ini.

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran awal untuk mengambil data geometrik dan waktu siklus. Data volume arus lalu lintas diambil selama 3 hari yaitu hari Selasa, Jumat dan Sabtu pada tanggal 11, 14 dan 15 November 2014 dari jam 06.00 – 18.00 WITA. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja simpang pada kondisi eksisting dan juga pada kondisi desain. Kemudian membandingkan kinerja pada kondisi eksisting dan kinerja pada kondisi desain. Metode yang digunakan untuk menganalisa kinerja simpang adalah MKJI 1997.

Jam-jam sibuk semua pendekat adalah terjadi dari jam 08.30 sampai dengan jam 17.00 ditandai dengan derajat kejenuhan rata-rata simpang diantara 0,70 sampai 0,80, panjang antrian berkisar antara 60 meter sampai dengan 80 meter serta tundaan 60 smp/detik sampai dengan 75 smp/detik. Pengurangan waktu siklus dari 152 detik menjadi 115 detik, tidak menyebabkan kenaikan derajat kejenuhan simpang secara signifikan yaitu, dari derajat kejenuhan rata-rata = 0,71 menjadi derajat kejenuhan rata-rata = 0,73 (kenaikan sebesar 0,026), tetapi terjadi pengurangan panjang antrian rata-rata simpang sebesar 16 meter dan pengurangan tundaan simpang rata-rata sebesar 13,3 detik/smp.

Kata Kunci : Derajat Kejenuhan, Waktu Siklus, Peluang Antrian, Tundaan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Persimpangan merupakan suatu bagian jalan yang menjadi pusat terjadinya titik konflik dari berbagai pergerakan arus lalu lintas. Pengaturan persimpangan dengan pengendalian lampu lalu lintas harus direncanakan dengan benar dan sesuai dengan kebutuhan arus lalu lintas, karena perencanaan yang tidak sesuai akan menimbulkan konflik baru dalam persimpangan dengan munculnya tundaan (delay) lalu lintas yang lebih besar, antrian yang panjang serta menurunnya kapasitas simpang sebagai akibat tidak berfungsinya simpang secara optimal.

Persimpangan 17 Agustus – Babe Palar di kota Manado yang merupakan pertemuan empat ruas jalan memiliki kondisi fisik/geometrik jalan yang berbeda dengan simpangan pada umumnya yaitu simpang tiga ganda (senjang) dengan

pengaturan satu siklus yang sama, mempengaruhi kelancaran arus lalu lintas di ruas jalan-jalan persimpangan tersebut. Karena adanya jarak antar pendekat simpang yang cukup panjang, sehingga kendaraan yang melintasi pendekat tersebut membutuhkan waktu yang cukup panjang untuk keluar dari persimpangan. Selain itu antrian panjang sering terjadi pada pendekat-pendekat dipersimpangan ini.

Perumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka rumusan masalah tugas akhir ini adalah ingin dilihat kinerja persimpangan Jalan 17 Agustus – Jalan Babe Palar dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Pembatasan Masalah

Batas-batas permasalahan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Analisa lalu lintas menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.
- Waktu siklus yang ada di lapangan (data survey) digunakan untuk analisa kinerja simpang.
- Waktu siklus desain didasarkan pada perhitungan volume desain (Q_{DH}) rata-rata di tiap lengan.

Tujuan Penulisan

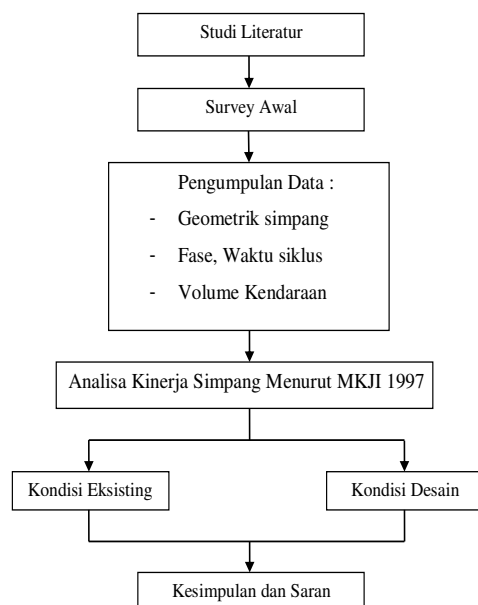
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung volume per jam dan jam-jam sibuk tiap pendekatan pada kondisi eksisting.
2. Menghitung kinerja simpang pada kondisi eksisting.
3. Desain ulang waktu siklus tanpa merubah fase sinyal dan geometrik simpang yang ada dengan memperhatikan batasan-batasan perencanaan dalam MKJI 1997.
4. Menghitung kinerja simpang pada kondisi desain.
5. Membandingkan kinerja simpang pada kondisi desain dan kondisi eksisting.

Manfaat Penulisan

Desain waktu siklus simpang yang optimal akan mengurangi panjang tundaan simpang, yang berarti mengurangi lamanya waktu perjalanan. Pengurangan waktu perjalanan akan memberi kontribusi terhadap laju pertumbuhan ekonomi.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan alir penelitian

LANDASAN TEORI

Pengaturan Simping Bersinyal

Menurut MKJI 1997, pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut :

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk/memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu lintas terutama adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tundaan lalu lintas. Dengan menggunakan sinyal, kapasitas dapat didistribusikan ke berbagai pendekatan melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekatan.

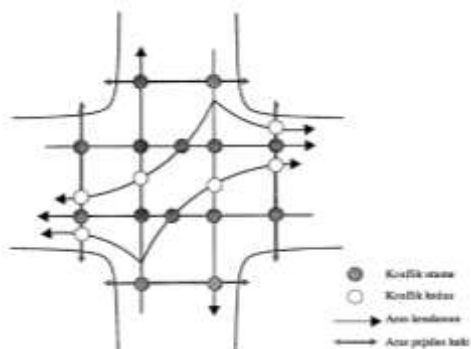
Karakteristik Sinyal Lalu Lintas Persimpangan

Sinyalisasi pada persimpangan jalan di Indonesia umumnya menggunakan tiga warna utama, yaitu:

- Merah : Kendaraan pada fase ini tidak diperkenankan untuk bergerak/jalan.
- Kuning : Kendaraan jika masih memungkinkan diperkenankan jalan dan segera mengosongkan persimpangan.
- Hijau : Arus lalu lintas pada fase ini diperkenankan untuk bergerak/jalan.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (merah, kuning, hijau) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan (konflik-konflik utama).

Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang (konflik-konflik kedua), lihat gambar 2.



Gambar 2. Konflik-Konflik Utama dan Kedua pada SimpangBersinyal dengan Empat Lengan
Sumber : MKJI 1997

Fase sinyal

Fase adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas. Salah satu faktor yang menentukan dalam analisa sinyal adalah penentuan pola gerakan. Karena penentuan pola gerakan bertujuan untuk menghindari sekecil mungkin konflik-konflik pada persimpangan. Bila konflik yang terjadi dipisahkan dari konflik utama, maka persimpangan bisa diadakan pengontrolan dalam dua fase.

Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang (Intergreen and Lost Time)

Waktu antar hijau adalah periode waktu kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan. Waktu antar hijau (kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai-nilai normal.

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir fase sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti sampai ke titik konflik, lihat gambar 3.

Waktu Siklus

Waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua})

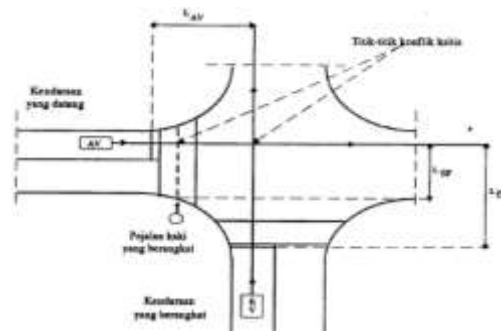
$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)} \quad (1)$$

dimana :

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang per siklus (det)

IFR = Rasio arus simpang L (FR_{crit})



Gambar 3. Titik Konflik Kritis Dan Jarak Untuk Keberangkatan Dan Kedatangan
Sumber : MKJI 1997

Jika alternatif rencana fase sinyal dievaluasi, maka yang menghasilkan nilai terendah dari (IFR+LTI/c) adalah yang paling efisien. Tabel 1 di bawah ini memberikan waktu siklus yang disarankan untuk keadaan yang berbeda.

Tabel 1 Waktu Siklus Menurut Tipe Kontrol

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
Pengaturan dua fase	40 - 80
Pengaturan tiga fase	50 - 100
Pengaturan empat fase	80 - 130

Sumber : MKJI 1997

Waktu hijau

Waktu hijau pada masing - masing fase:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (2)$$

dimana :

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu total hilang per siklus (det)

PR_i = Rasio fase $FR_{crit} / \sum (FR_{crit})$

Waktu siklus yang disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan (c) berdasarkan pada waktu hijau dan waktu hilang (LTI) yang diperoleh dan telah dibulatkan.

$$c = \sum g + LTI \text{ (detik)} \quad (3)$$

Kapasitas

Kapasitas (C) dari masing-masing pendekat adalah :

$$C = S \times g/c \text{ (detik)} \quad (4)$$

Dimana :

C= Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

G= Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) dari masing-masing pendekat adalah :

$$DS = Q/C \quad (5)$$

dimana :

DS = Derajat kejenuhan
Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
C = Kapasitas (smp/jam)

Tingkat Kinerja

Panjang Antrian

Jumlah antrian smp (NQ_1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Untuk $DS > 0,5$:

$$NQ_1 = 0,25C \left[(DS - 1) \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8(DS - 0,5)}{C}} \right] \quad (6)$$

Untuk $DS \leq 0,5$: $NQ_1 = 0$

dimana :

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau (g/c)

C = Kapasitas (smp/ jam)

Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) dihitung dengan menggunakan rumus seperti berikut :

$$NQ_2 = C \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (7)$$

dimana :

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau (g/c)

C = Waktu siklus (det)

Q_{MASUK} = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR(smp/ jam)

Jumlah total kendaraan antri :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (8)$$

Nilai NQ perlu untuk disesuaikan dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih P_{OL} (%). Untuk perancangan dan perencanaan disarankan $P_{OL} < 5\%$, untuk operasi suatu operasi nilai $P_{OL} = 5\% - 10\%$ mungkin dapat diterima, lihat gambar 4.

Panjang antrian (QL) pada masing-masing kaki persimpangan :

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{W_{MASUK}} \quad (9)$$

Dimana :

QL = Panjang antrian (m)

NQ_{MAX} = Jumlah antrian yang disesuaikan (smp)

20 = Asumsi luas rata-rata yang dipergunakan per smp

W_{MASUK} = Lebar pendekat masuk



Gambar 4 Perhitungan Jumlah Antrian (NQ_{MAX}) Dalam smp
Sumber : MKJI 1997

Kendaraan Terhenti

Angka henti (NS) pada masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) sebelum melewati persimpangan, dapat dihitung dengan rumus :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (10)$$

dimana :

C = Waktu siklus (det)

Q = Arus lalu lintas (smp/ jam)

NQ = Jumlah kendaraan antrian (smp)

Jumlah kendaraan terhenti (NS_{SV}) pada masing-masing pendekat dihitung dengan rumus:

$$NS_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \quad (11)$$

Angka henti seluruh simpang dihitung dengan rumus :

$$NS_{TOT} = \frac{\sum NS_{SV}}{Q_{TOTAL}} \quad (12)$$

Tundaan

Untuk tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad (13)$$

Dimana :

DT = Tundaan lalulintas rata-rata (det/ smp)

C = Waktu siklus (det)

$$A = \frac{0,5(1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} \quad (14)$$

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/ jam)

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Untuk menentukan tundaan geometrik rata-rata masing-masing pendekat (DT) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau ketika dihentikan oleh lampu merah :

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \quad (15)$$

dimana :

DG_j = Tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (det / smp)

P_{SV} = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS, 1)

P_T = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Untuk rata-rata tiap pendekat :

$$D_j = DT_j + DG_j \text{ (det/smp)} \quad (16)$$

dimana :

DT_j = Tundaan lalu lintas rata-rata pendekat (det/smp)

DG_j = Tundaan geometrik rata-rata pendekat (det/smp)

$$\text{Tundaan total} = D \times Q \quad (17)$$

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang dapat dihitung dengan :

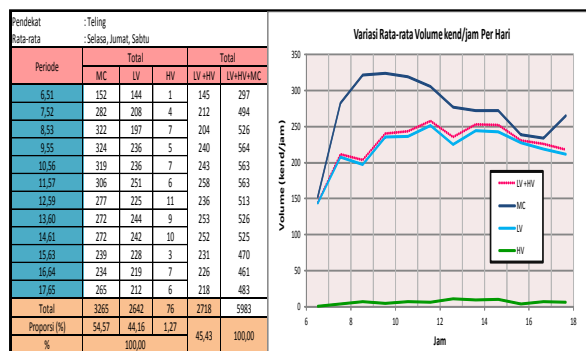
$$D_1 = \frac{\sum (Q \times D)}{Q_{TOT}} \text{ (det/smp)} \quad (18)$$

Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

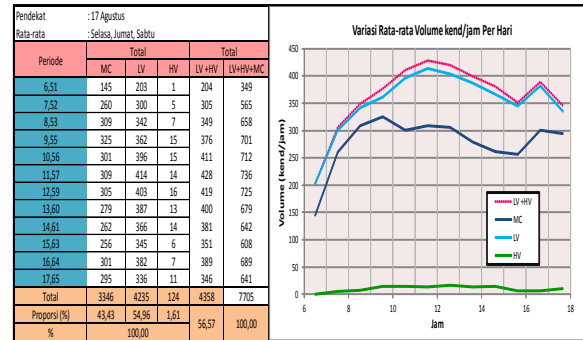
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Volume Lalu Lintas

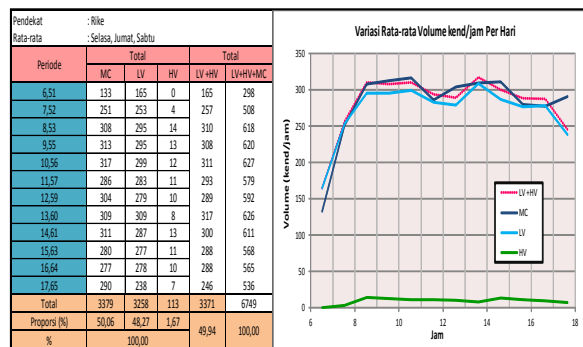
Data volume lalu lintas simpang diambil tiap cycle, 152 detik, dari jam 06.00 sampai dengan jam 18.00. Data volume kendaraan dipisahkan menurut masing-masing jenis kendaraan MC, LV, dan HV, yang Belok Kanan (RT), Lurus (ST), dan Belok Kiri (LT). Volume ditampilkan dalam satuan kendaraan/jam.



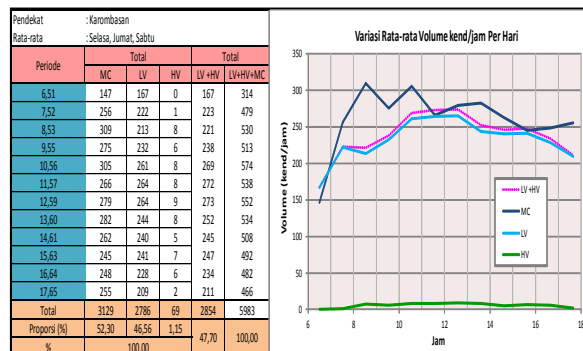
Gambar 5. Rata-rata Volume kendaraan/Jam pada pendekat Teling



Gambar 6. Rata-rata Volume kendaraan/Jam pada pendekat 17 Agustus



Gambar 7. Rata-rata Volume kendaraan/Jam pada pendekat Rike



Gambar 8. Rata-rata Volume kendaraan/Jam pada pendekat Karombasan

Perhitungan Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Perhitungan kinerja persimpangan menggunakan Formulir SIG I, SIG II, SIG III, SIG IV, dan SIG V untuk Simpang Bersinyal sesuai MKJI 1997.

SIG I

SIG I menunjukkan informasi ukuran kota, nilai waktu hijau (g), waktu siklus (c), pengaturan fase, waktu antar hijau (IG), waktu hilang total (LTI), sketsa simpang yang meliputi data lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{MASUK}) dan lebar keluar (W_{KELUAR}). Tipe lingkungan persimpangan ini adalah daerah komersial (COM) dan pemukiman (RES), dengan

hambatan samping rendah, tanpa median jalan, dan tanpa belok kiri langsung (LTOR).

Waktu siklus seperti yang didapat di lapangan adalah 152 detik. Fase pertama adalah pendekat Teling, fase kedua pendekat 17 Agustus, fase ketiga pendekat Rike dan fase keempat pendekat Karombasan.

SIG II

SIG II mengenai data arus lalu lintas, dengan jenis kendaraan LV, HV dan MC, untuk setiap pergerakan belok kanan (RT), lurus (ST), belok kiri (LT), pada setiap pendekat. Data arus lalu lintas yang masih dalam satuan kendaraan per jam dikonversikan kedalam satuan smp per jam dengan mengalikan emp (ekivalen mobil penumpang) untuk masing-masing pendekat terlindung ataupun terlawan.

Perhitungan rasio belok kiri (P_{LT}) dan rasio belok kanan (P_{RT}) sesuai masing-masing pendekat. Perhitungan rasio UM/MV tidak ada, karena kendaraan tak bermotor (UM) tidak melewati persimpangan ini.

SIG III

Data pada SIG III diambil langsung di lapangan sesuai kondisi eksisting.

Allred :

Fase 1 ke Fase 2 = 2 detik

Fase 2 ke Fase 3 = 2 detik

Fase 3 ke Fase 4 = 2 detik

Fase 4 ke Fase 1 = 2 detik

Waktu kuning total ($3\text{det}/\text{fase}$) = $3 \times 4 = 12$ detik

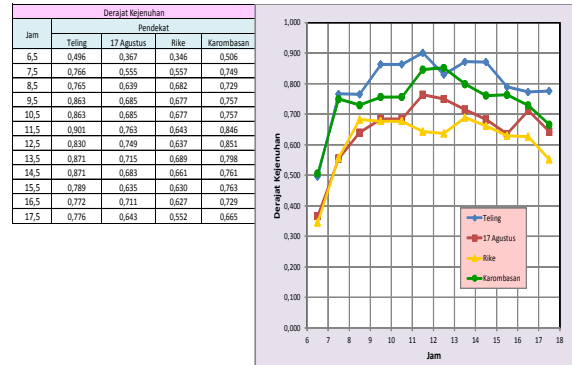
Waktu Hilang Total (LTI) = *All red* total +

Waktu kuning total = 20 detik

SIG IV

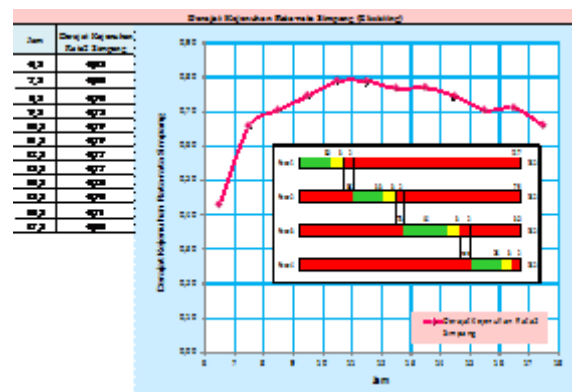
SIG IV menunjukkan distribusi data arus lalu lintas yang diambil dari SIG II disesuaikan dengan tipe tiap pendekat simpang, pada persimpangan ini semua pendekat adalah tipe terlindung (P). Data tersebut berdasarkan data volume rata-rata per hari (3 hari penelitian). Waktu sinyal diambil dari yang ada di lapangan yaitu 152 detik, dengan tujuan untuk menghitung kinerja kondisi eksisting simpang tersebut.

Gambar 9 menunjukkan derajat kejenuhan tiap pendekat dari jam 06.00-18.00 pada kondisi eksisting. Pada gambar terlihat bahwa derajat kejenuhan masih di bawah 1,00 dan jam-jam sibuk terjadi jam 08.30 sampai jam 17.00. DS pada pendekat Teling menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari pada pendekat lainnya.



Gambar 9. Derajat Kejenuhan Tiap Pendekat Pada Kondisi Eksisting

Gambar 10 menunjukkan derajat kejenuhan rata-rata simpang dari jam 6.00 sampai dengan jam 17.00, pada kondisi eksisting, dimana derajat kejenuhan simpang berkisar antara 0,70 sampai dengan 0,80.

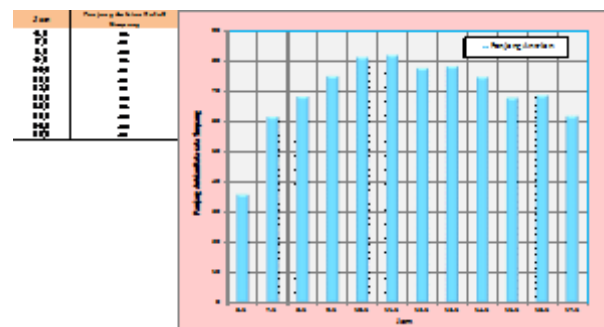


Gambar 10. Derajat Kejenuhan Rata-rata Simpang Pada Kondisi Eksisting

SIG V

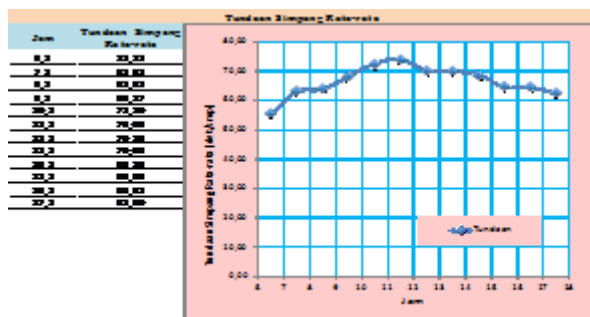
SIG V menunjukkan perhitungan kinerja simpang yaitu panjang antrian, jumlah kendaraan henti dan tundaan.

Pada Gambar 11 terlihat bahwa dari jam 8.30 sampai jam 17.00 panjang antrian rata-rata berkisar diantara 60 sampai dengan 80 meter.



Gambar 11. Panjang Antrian Rata-rata Simpang Pada Kondisi Eksisting

Gambar 12 menunjukkan tundaan rata-rata simpang berkisar diantara 60 sampai dengan 75 detik/smp.



Gambar 12. Tundaan Simpang Rata-rata Pada Kondisi Eksisting

Kinerja Simpang Menggunakan Volume Jam Rencana

Volume Jam Rencana (Q_{DH}) diambil dari data volume rata-rata per hari, berdasarkan LV+HV terbesar pada tiap-tiap pendekat. Tabel 2 menunjukkan jumlah kendaraan LV+HV terbesar dan MC serta proporsinya untuk tiap pendekat.

Tabel 2 Volume Jam Rencana (Q_{DH})

	Jumlah Kendaraan		
	LV+HV	MC	TOTAL
Teling	258	309	567
%	45,43	54,57	100
17 Agustus	428	328	756
%	56,57	43,43	100
Rike	317	318	635
%	49,94	50,06	100
Karombasan	273	300	573
%	47,70	52,30	100
TOTAL	1276	1255	

Berdasarkan nilai LV+HV dibuat proporsi kendaraan yang belok kanan (RT), lurus (ST), dan belok kiri (LT) juga masing-masing jumlah dari LV, HV, MC seperti pada Tabel 3.

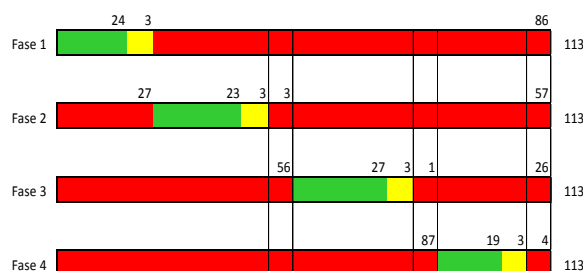
Tabel 3. Proporsi Kendaraan tiap Pendekat

Pendekat	Belok Kanan (RT)			Lurus (ST)			Belok Kiri (LT)		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
Teling	44			307			216		
	18	26	0	161	141	5	131	84	2
17 Agustus	351			339			66		
	137	206	8	161	175	3	31	34	1
Rike	50			306			277		
	25	25	0	176	125	5	116	155	5
Karombasan	215			282			76		
	124	89	2	145	135	2	30	43	3

Perhitungan kinerja persimpangan menggunakan Formulir SIG I sampai dengan SIG V untuk Simpang Bersinyal sesuai MKJI 1997. SIG I mengenai kondisi geometrik, pengaturan lalu lintas dan lingkungan yang sama dengan kondisi eksisting. SIG II menggunakan data volume rencana yang ada pada Tabel 3.

SIG III mengenai waktu antar hijau dan waktu hilang. Waktu merah semua dihitung berdasarkan waktu untuk berangkat L_{EV} dan waktu untuk datang L_{AV} . Waktu adalah jarak dibagi kecepatan. Kecepatan rata-rata pada persimpangan diambil 10 m/det, berlaku untuk V_{EV} dan V_{AV} . Jarak berangkat L_{EV} , dan jarak datang L_{AV} diambil berdasarkan gambar geometrik persimpangan. Panjang kendaraan berangkat L_{EV} diambil 5 meter.

Hasil perhitungan waktu siklus dan waktu hijau tiap fase simpang ditampilkan dalam bentuk gambar, seperti pada gambar 13.



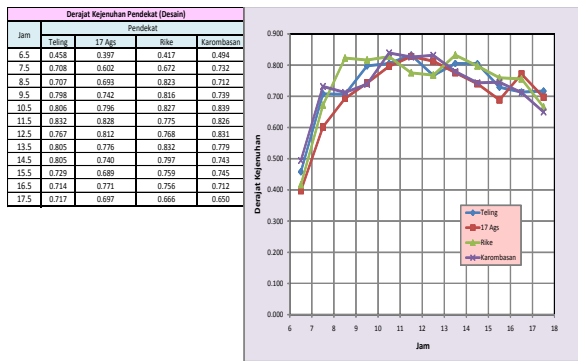
Gambar 13. Waktu Siklus Desain

Waktu siklus desain adalah $c = 113$ detik dengan lost time sebesar 20 detik. Dibandingkan dengan kondisi eksisting $c = 152$ detik dengan lost time sebesar 20 detik. Fase 1 pada pendekat Teling, fase 2 pada pendekat 17 Agustus, fase 3 pada pendekat Rike dan fase 4 pada pendekat Karombasan.

Kinerja Simpang Menggunakan Waktu Siklus Desain

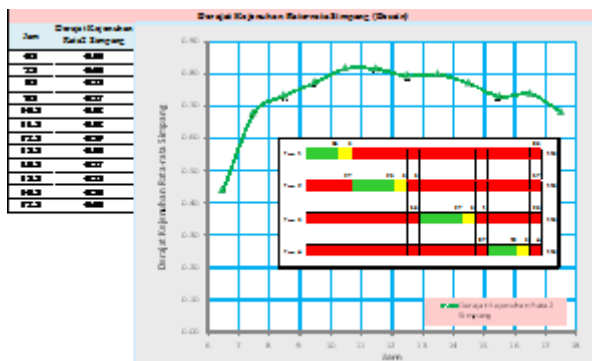
Dari perhitungan kinerja simpang menggunakan volume rencana di dapat waktu siklus desain yaitu $c = 113$ detik. Dengan menggunakan Formulir SIG I sampai dengan SIG V untuk Simpang Bersinyal sesuai MKJI 1997 dihitung kembali kinerja persimpangan ini. Untuk perhitungan SIG II menggunakan data volume eksisting.

Gambar 14 menunjukkan derajat kejenuhan pada tiap-tiap pendekat yang semua nilainya masih di bawah 1. Derajat kejenuhan maksimum terjadi pada pendekat Teling adalah sebesar 0,832 pada jam 11.30. Derajat kejenuhan maksimum pada pendekat 17 Agustus adalah 0,828 pada jam 11.30. Derajat kejenuhan maksimum pada pendekat Rike adalah 0,832 pada jam 13.30. Derajat kejenuhan maksimum pada pendekat Karombasan adalah 0,839 pada jam 10.30.



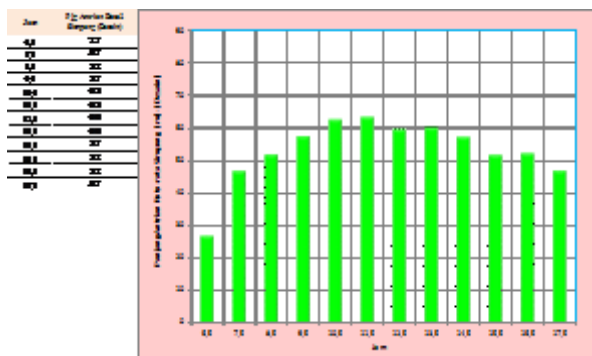
Gambar 14. Derajat Kejenuhan Tiap Pendekat Pada Kondisi Desain

Derajat kejenuhan rata-rata simpang diperlihatkan pada gambar 15, dimana derajat kejenuhan rata-rata simpang pada jam-jam sibuk berkisar antara 0,73 sampai dengan 0,83 (Derajat kejenuhan pada jam-jam sibuk $\geq 0,70$). Jam-jam sibuk terjadi pada simpang ini adalah dari jam 8.30 sampai dengan jam 17.00.

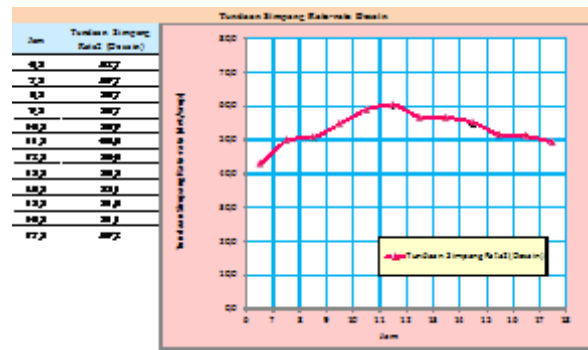


Gambar 15. Derajat Kejenuhan Rata-rata Simpang Pada Kondisi Desain

Pada gambar 16 dan gambar 17 berturut-turut menunjukkan panjang antrian rata-rata simpang pada jam-jam sibuk berkisar antara 50 sampai 60 meter dan tundaan rata-rata simpang berkisar antara 50 sampai 60 detik/smp.



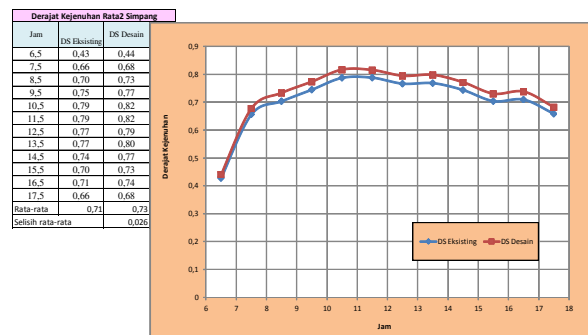
Gambar 16. Panjang Antrian Rata-rata Simpang Pada Kondisi Desain



Gambar 17. Tundaan Simpang Rata-rata Pada Kondisi Desain

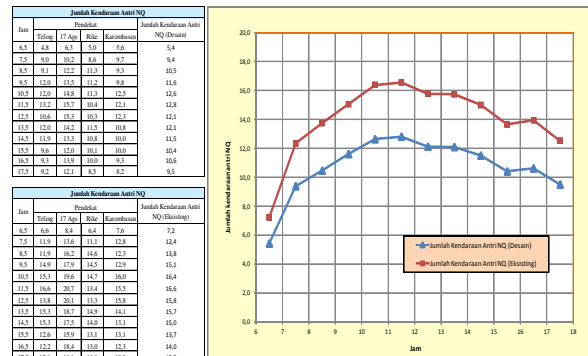
Perbandingan Kinerja Simpang Berdasarkan Waktu Siklus

Gambar 18 menunjukkan derajat kejenuhan rata-rata simpang pada kondisi eksisting dan derajat kejenuhan rata-rata simpang pada kondisi desain. Selisih rata-rata antara kedua derajat kejenuhan rata-rata simpang tersebut adalah sebesar 0,026.



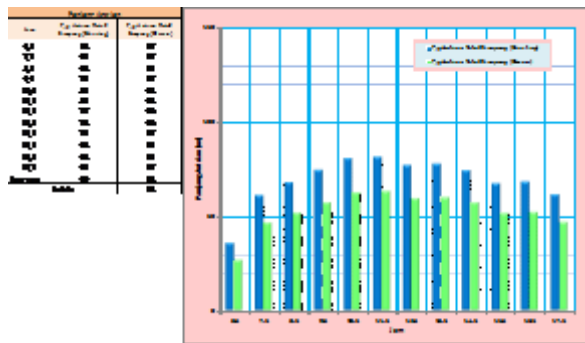
Gambar 18. Derajat Kejenuhan Rata-rata Simpang Pada Kondisi Eksisting dan Kondisi Desain

Gambar 19 menunjukkan rata-rata jumlah kendaraan antri yang tersisa dari fase hijau dan yang datang selama fase merah (NQ). Rata-rata penurunan jumlah kendaraan antri adalah sebesar 3.28 smp.



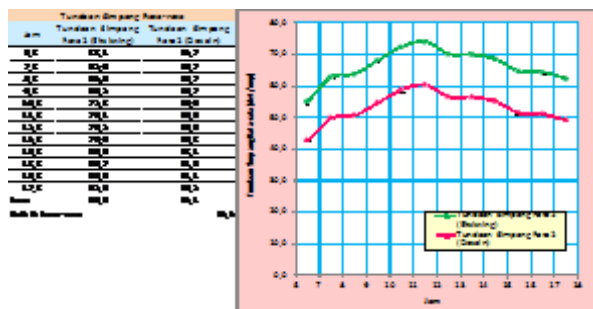
Gambar 19. Jumlah Kendaraan Antri NQ Pada Kondisi Eksisting dan Kondisi Desain

Pada gambar 20 menunjukkan panjang antrian rata-rata simpang pada kondisi eksisting dan kondisi desain. Rata-rata penurunan panjang antrian adalah sebesar 16 meter.



Gambar 20. Panjang Antrian Rata-rata Simpang Pada Kondisi Eksisting Dan Kondisi Desain

Gambar 21 menunjukkan tundaan rata-rata simpang pada kondisi eksisting dan pada kondisi desain. Tundaan rata-rata simpang berkurang sebesar 13,3 det/smp.



Gambar 21. Tundaan Simpang Rata-rata Pada Kondisi Eksisting Dan Kondisi Desain

PENUTUP

Kesimpulan

Pada kondisi eksisting, waktu siklus 152 detik

1. Derajat kejenuhan semua pendekat (pendekat Teling, pendekat 17 Agustus, pendekat Rike dan pendekat Karombasan) adalah dibawah 1. Dimana, derajat kejenuhan maksimum terjadi pada pendekat Teling yaitu sebesar 0,905 pada jam 11.30.

2. Jam-jam sibuk semua pendekat adalah terjadi dari jam 08.30 sampai dengan jam 17.00 ditandai dengan derajat kejenuhan rata-rata simpang diantara 0.70 sampai 0,80, panjang antrian berkisar antara 60 meter sampai dengan 80 meter serta tundaan 60 smp/detik sampai dengan 75 smp/detik.

Pada kondisi desain, waktu siklus 113 detik

3. Berdasarkan volume rencana, yaitu volume jam puncak tiap-tiap pendekat dan dengan fase simpang yang sama dengan kondisi eksisting (4 fase), maka dari analisa simpang bersinyal diperoleh waktu siklus $c = 113$ detik dan total waktu hilang sebesar 20 detik.
4. Pengurangan waktu siklus dari 152 detik menjadi 113 detik, tidak menyebabkan kenaikan derajat kejenuhan simpang secara signifikan yaitu, dari derajat kejenuhan rata-rata = 0,71 menjadi derajat kejenuhan rata-rata = 0,73 (kenaikan sebesar 0,026).
5. Pengurangan waktu siklus pada point 3 menyebabkan pengurangan panjang antrian rata-rata simpang sebesar 16 meter.
6. Pengurangan waktu siklus pada point 3 menyebabkan pengurangan tundaan simpang rata-rata sebesar 13,3 detik/smp.

Saran

1. Melakukan perubahan geometrik (pelebaran jalan) tanpa merubah fase sinyal yang ada, hanya menambah rambu lalu lintas belok kiri langsung (LTOR/Left Turn On Red) pada pendekat Karombasan, pendekat Rike, dan pendekat 17 Agustus.
2. Melakukan perubahan geometrik (pelebaran jalan) dengan merubah fase sinyal yang ada dari 4 (empat) fase menjadi 3 (tiga) fase dan pembuatan median jalan untuk pendekat 17 Agustus.
3. Apabila tidak dapat atau sulit untuk dilakukan perubahan geometrik (pelebaran jalan) disarankan untuk menambah rambu lalu lintas belok kiri langsung (LTOR/Left Turn On Red) pada pendekat 17 Agustus dan pendekat Karombasan.

DAFTAR PUSTAKA

BPS. 2013. *Sulawesi Utara Dalam Angka 2013*, BPS Kota Manado.

Clarkson, O dan Hicks, G. R, 1999, "*Teknik Jalan Raya*", Jilid IV Erlangga, Jakarta

- Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Hobbs, F.D 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalulintas*, Gadjah Mada University press Yogyakarta.
- Ibrahim, M. I. H, Meliyana, Saifannur, Januari 2015, “*Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Berlengan Empat*”. Jurnal Teknik Sipil Unaya. Volume 1, No. 1, <http://jurnaltekniksipilunaya.com/wp-content/uploads/2015/01/69-76-Analisa-Simpang-Bersinyal-Mohd-Isa-Cs.pdf>, Juli 2015.
- Wikrama, A. A. N. A. Jaya, Januari 2011, “*Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak)*”. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. Volume 15, No. 1, <http://www.e-jurnal.com/2014/08/analisis-kinerja-simpang-bersinyal.html>, Juli 2015.